

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»  
Филиал в г. Белорецке

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала

  
ФЕБОУ ВО «МГТУ» в г.  
Белорецке \_\_\_\_\_ Д.Р.  
Хамзина

«31» 10. 2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
Б1.Б.18 Электрические машины

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность программы

Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Программа подготовки - прикладной бакалавриат

Форма обучения

Очная

Филиал МГТУ в г. Белорецке

Кафедра металлургии и стандартизации

Курс: 2,3

Семестр: 4,5

Белорецк

2018г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3.09 2015 г. № 955.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры металлургии и стандартизации филиала ФГБОУ ВО «МГТУ» в г.Белоречке

« 24 » 10 2018г., протокол № 2

Зав. кафедрой



/С.М.Головизнин/

Рабочая программа одобрена методической комиссией филиала ФГБОУ ВО «МГТУ» в г.Белоречке

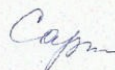
« 31 » 10 2018г., протокол № 1

Председатель



/Д.Р. Хамзина /

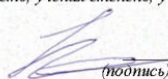
Рабочая программа составлена: Сарапуловым О.А., доцентом



/О.А. Сарапулов/

Рецензент:

начальник лаборатории автоматизации ОАО БМК  
(должность, ученая степень, ученое звание)



/Ю.И. Кузнецов/  
(И.О. Фамилия)



1. Цели освоения дисциплины

**Целью** преподавания дисциплины «Электрические машины» является изучение различных электромеханических преобразователей энергии и подготовка студентов специальности 13.03.02 к самостоятельной профессиональной деятельности в области современного автоматизированного электропривода.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.Б18 «Электрические машины» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы. Для изучения данной дисциплины необходимы знания (умения и владения) сформированные в результате изучения дисциплин Б 1. Б 9. «Математика», Б 1. Б 10. «Физика» и Б 1. Б 17. «Теоретические основы электротехники».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплин вариативной части блока 1: Б1.В.04 «Теория электропривода», Б1.В.01 Основы технической эксплуатации и обслуживание электрического и электромеханического оборудования», Б1.В.ДВ.07.01 «Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)», Б2.В.02(П), Б2.В.03(П), Б2.В.04(П) – производственные практики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Электрические машины» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

*ОПК-2; ПК-5; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-17; ППК-1; ППК-2; ППК-3*

Структурный элемент <i>компетенции</i>	Планируемые результаты обучения
	ОПК-2. способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Знать	Основные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений, теорию функций комплексных переменных, векторный анализ.
Уметь	Уметь разрабатывать математическое описание процессов электромеханического преобразования энергии, строить векторные диаграммы на комплексной плоскости, характеристики и проводить их анализ. Выделять наиболее значимые параметры, принимать обоснованные допущения.
Владеть	Методами расчета систем алгебраических и дифференциальных уравнений, оценки результатов экспериментальных исследований
ПК-5. Готовностью определять параметры объектов профессиональной деятельности	
Знать	Устройство, принцип действия и основные характеристики электрических машин. Методы и схемы для определения различных параметров электрических машин. Влияние изменения различных параметров на характеристики электрических машин

Уметь	<p>Читать монтажные схемы необходимого электрооборудования..          Подбирать и настраивать электроизмерительные приборы для экспериментальных исследований. Оценивать ятые электромеханические характеристики с точки зрения готовности электрических машин к работе</p>
Владеть	<p>Математическим описанием различных режимов работы электрических машин. Испытательной аппаратурой, ведением журнала испытаний. Корректировать и обсуждать результаты исследований</p>
<p>ПК-11. Способностью к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности</p>	
Знать	<p>Монтажные схемы необходимого электрооборудования. Характеристики всех элементов монтируемого оборудования.          Варианты возможной взаимозаменяемости различных элементов оборудования.</p>
Уметь	<p>Читать монтажные схемы необходимого электрооборудования          Подбирать необходимые технические средства и приборы для выполнения монтажных работ          Анализировать технические характеристики отдельных элементов оборудования для их использования</p>
Владеть	<p>Способами монтажа элементов оборудования объектов. Техникой наладки отдельных модулей. Оценкой результатов монтажа и степени готовности к работе</p>
<p>ПК-12. Готовностью к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования</p>	
Знать	<p>Программу испытаний вводимого в эксплуатацию электрооборудован ия.          Подготовку опытных образцов к испытаниям.          Подбор необходимой аппаратуры для проведения испытаний</p>
Уметь	<p>Настраивать аппаратуру для испытаний. Определять режимы работы при испытаниях. Устранять обнаруженные неисправности.</p>

Владеть	Используемой аппаратурой, ведением журнала испытаний. Оценивать режимы работы оборудования.Корректным обсуждением полученных результатов.
<b>ПК-13. Способностью участвовать в пусконаладочных работах</b>	
Знать	Порядок проведения пусконаладочных работ. Методы и технические средства пусконаладочных работ. Правила техники безопасности при проведении пусконаладочных работ
Уметь	Использовать технические средства для проведения пусконаладочных работ. Настраивать аппаратуру для проведения пусконаладочных работ. Применять методы и технические средства диагностики электротехнического оборудования
Владеть	Используемой аппаратурой, ведением журнала выполнения пусконаладочных работ. Техническими средствами для измерения и

	контроля основных параметров электрооборудования. Способностью составлять и оформлять техническую документацию
	ПК-17 Готовностью к организации и проведению разработки частей организационно-технической документации и установленной отчетности по утвержденным формам
	Знать Перечень необходимой технической документации. Порядок оформления технической документации. Требования стандартов на оформление технической документации.
Уметь	Составлять техническую документацию на электрооборудование
	объекта. Корректировать техническую документацию объекта. Организовывать работу исполнителей при составлении технической документации
Владеть	Способностью разрабатывать технологию замены отдельных узлов и агрегатов. Умением пользоваться и представлять техническую документацию в электронной форме. Анализом подготовленной технической документации.

*ППК-1. Выполнять слесарную обработку деталей для ремонта электрооборудования*

Знать	Способы обработки деталей при проведении ремонтных работ
Уметь	Пользоваться слесарным инструментом
Владеть	Навыками слесарной обработки деталей
	ППК-2. Выполнять отдельные несложные работы по ремонту, монтажу и обслуживанию электрооборудования
Знать	Знать перечень и последовательность основных работ при проведении ремонта, монтажа и обслуживания электродвигателей и трансформаторов
Уметь	Определять износ щеточно-коллекторных и подшипниковых узлов электродвигателей. Проводить демонтаж и монтаж узлов при проведении ремонта.
Владеть	Способами и приемами работы с инструментами и измерительными приборами.
	ППК-3. Выполнять простые механические и сварочные работы при ремонте и монтаже электрооборудования
Знать	Знать правила безопасности при проведении механических и сварочных работ
Уметь	Уметь пользоваться инструментом
Владеть	Навыками выполнения работ

:

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц или 108 часов, в том числе:

- контактная работа – 51,95 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,95 акад. часов
- самостоятельная работа – 56,05 акад. часов

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ	СЕМЕСТР	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятель работа  (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего  контроля успеваемости и промежуточн ой аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лабораторные за нятия	Практич. занятия				
1. Электрические машины постоянного тока»	4							
1.1. Введение. Классификация эл. машин. Принципы Конструкции эл. машин и обмоток. работы генераторов и двигателей. Реакция якоря. Процесс коммутации.	4	2		2И	3	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме	ОПК-2 ПК-5зв
1.2. ЭДС якоря и электромагнитный момент машины постоянного тока. Способы и условия самовозбуждения генераторов. Характеристики генераторов постоянного тока. Параллельная работа генераторов. Энергетическая диаграмма	4	2		2И	3	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме	ОПК-2 ПК-5зв



генератора.								
1.3. Электромеханические и механические характеристики двигателей постоянного тока. Пуск и регулирование частоты вращения.	4	2		2	3	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме	ОПК-2 ПК-5зу
1.4. Тормозные режимы двигателя постоянного тока. Способы торможения	4	1		2	3	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме	ОПК-2 ПК-5зу
1.5. Энергетическая диаграмма двигателя. Потери и КПД. Паспортные данные и рабочие характеристики двигателя постоянного тока.	4	1		2	3	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме	ОПК-2 ПК-5зув
Лабораторная работа №1. «Изучение конструкции универсального лабораторного стенда и принципиальных схем блоков питания, характеристик измерительных приборов»	4		4/2И		3	Подготовка к выполнению лабораторной работы и оформление отчета.	Отчет по лабораторной работе.	ПК-5,11, 12,13, 17зув
Лабораторная работа №2. «Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения»	4		4		3	Подготовка к выполнению лабораторной работы и оформление отчета.	Отчет по лабораторной работе..	ПК-5,11, 12,13, 17зув
Лабораторная работа №3 «Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения»	4		4		3	Подготовка к выполнению лабораторной работы и оформление отчета.	Отчет по лабораторной работе..	ПК-5,11, 12,13, 17зув
Рубежный контроль №1 по теме «Генераторы				2	3	Подготовка к рубежному	Тестирование	ОПК-2

постоянного тока»						контролю		ПК-5зув
Рубежный контроль №2 по теме «Двигатели постоянного тока»				2	3	Подготовка к рубежному контролю	Тестирование	ОПК-2 ПК-5зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>8</b>	<b>2/2И</b>	<b>10/4И</b>	<b>30</b>			
2. Трансформаторы	4							ОПК-2 ПК-5зув
2.1. Назначение, области применения; классификация, конструкции и принцип действия трансформаторов.	4	1			3	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме	ОПК-2 ПК-5зув
2.2. Процессы при холостом ходе и при работе под нагрузкой. Основные уравнения.	4	1		2	3	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме	ОПК-2 ПК-5зув
2.3. Схема замещения и векторная диаграмма приведенного трансформатора. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Потери мощности и КПД трансформатора	4	2		3	3	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме	ОПК-2 ПК-5зув
2.4. Трехфазные трансформаторы: магнитные системы; ЭДС трехфазных обмоток; схемы и группы соединения; параллельная работа; особенности холостого хода трехфазных трансформаторов.	4	2			3	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме	ОПК-2 ПК-5зув

2.5. Специальные трансформаторы: - измерительные трансформаторы; - сварочные трансформаторы. - выпрямительные трансформаторы; - печные трансформаторы; - импульсные трансформаторы.	4	2		2И	3	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме	ОПК-2 ПК-5зув
Лабораторная работа №4 «Экспериментальное определение параметров схемы замещения. Опыты холостого хода и короткого замыкания»	4		4/2И		3	Подготовка к выполнению лабораторной работы и оформление отчета.	Отчет по лабораторной работе.	ПК-5,11, 12,13, 17зув
Лабораторная работа №5. Исследование трехфазных трансформаторов			1/2И		3	Подготовка к выполнению лабораторной работы и оформление отчета.	Отчет по лабораторной работе.	ПК-5,11, 12,13, 17зув
Рубежный контроль по теме «Трансформаторы»				2	3	Подготовка к рубежному контролю	Тестирование.	ОПК-2 ПК-5зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>8</b>	<b>5/4И</b>	<b>7/2И</b>	<b>24</b>			
3. Общие вопросы машин переменного тока. 3.1. Классификация, и конструкции машин переменного тока. 3.2. Намагничивающие силы трехфазной обмотки. Принцип создания вращающегося магнитного поля.	4	1			2,05	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме	ОПК-2 ПК-5зув
<b>Итого по разделу</b>	4	<b>1</b>			<b>2,05</b>			
<b>Итого за семестр</b>		<b>17</b>	<b>17/6И</b>	<b>17/6И</b>	<b>56,05</b>		зачет	



*Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)*

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ	Семестр	Виды учебной работы, включая сам. работу и трудоемкость (в часах)				Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости и	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборатория	Практич.	Самост. работа		
<b>Раздел 4 Общие вопросы машин переменного тока</b>	5	2	2	4	2	Рубежная контрольная работа	ПК-13 зу
Тема 4.1 Классификация, конструкция, принцип действия машин переменного тока. ЭДС обмоток переменного тока. Принцип выполнения обмоток переменного тока.	5	1	1	2			
Тема 4.2 Намагничивающие силы обмоток переменного тока. Индуктивные сопротивления обмоток переменного тока. Намагничивающая сила трехфазной обмотки.	5	1	1	2		Фронтальный опрос	
<b>Раздел 5 Электромагнитные процессы в асинхронной машине при неподвижном и вращающемся роторе.</b>	5	2	2	4	2	Рубежная контрольная работа	ПК-5, ПК-13 зув
Тема 5.1 Приведение рабочего процесса вращающейся асинхронной машины к неподвижной. Основные уравнения, векторные диаграммы, схемы замещения.	5	0,5	0,5	1		Защита лабораторной работы	
Тема 5.2 Режимы работы асинхронной машины. Электромагнитная мощность и момент. Механические и скоростные характеристики асинхронного двигателя. Рабочие характеристики при полном и пониженном напряжении.	5	0,5	0,5	1		Фронтальный опрос	
Раздел 5.3. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.	5	0,5	0,5	1		Защита лабораторной работы	
Тема 5.4 Способы пуска асинхронных двигателей. Пусковые характеристики. Двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками. Способы	5	0,5	0,5	1		Фронтальный опрос. Защита лабораторной работы	

регулируемая частота вращения ротора. Электромагнитные процессы при разных способах регулирования.							
<b>Раздел 6 Однофазные и двухфазные асинхронные двигатели:</b> принцип действия, схемы и конструктивные особенности. Способы создания пускового момента. Исполнительные асинхронные двигатели.	5	4	4	8	2	Фронтальный опрос	ПК-12 зу
<b>Раздел 7. Синхронные машины:</b> классификация и конструктивные исполнения; электромагнитные процессы в синхронной машине при холостом ходе.	5	6	6	12	2		ПК-9, ПК-13,1 7 зуб
Тема 7.1 Электромагнитные процессы в синхронной машине при нагрузке.	5	2	2	4		Фронтальный опрос Защита лабораторной работы	
Тема 7.2 Электромагнитные процессы в синхронной машине при симметричной нагрузке. Реакция якоря и ее виды. Влияние магнитного поля якоря на напряжение синхронного генератора. Параметры обмотки статора.	5	2	2	4			
Тема 7.3 Векторные диаграммы синхронных генераторов. Характеристики синхронных генераторов. Условия включения синхронных генераторов на параллельную работу; методы синхронизации. Электромагнитная мощность синхронных машин. Синхронизирующая мощность и момент. Понятие о статической устойчивости. U – образные характеристики.	5	1	1	2		Фронтальный опрос	
Тема 7.4 Синхронный двигатель. Основные энергетические соотношения и векторные диаграммы. Рабочие характеристики синхронных двигателей. Реактивные синхронные двигатели. Регулирование реактивной мощности. Синхронные компенсаторы.	5	1	1	2		Фронтальный опрос	
<b>Раздел 8 Специальные электрические машины:</b> исполнительные двигатели	5	3	3	6	3,8	Фронтальный опрос	ПК-13,1 7

постоянного и переменного тока; тахогенераторы; тихоходные двигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения.							зуб
Итого за семестр		14	14	28	11,8	экзамен	
Итого по дисциплине		31	31	45	67,8 5		

## 5. Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной деятельности в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрические машины» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электрические машины» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций – консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

*При проведении практических занятий используется работа в команде и методы*

I Т. Лабораторные работы проводятся на универсальном лабораторном стенде. При этом формируются навыки сборки и разборки схем, работы с измерительной аппаратурой, оценки результатов измерений. По результатам выполненной лабораторной работы проводятся необходимые расчеты, строятся графики и делаются выводы.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач и вопросов курсового проектирования на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

## 6. Учебно – методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала, выполнения расчетов курсового проекта, оформления лабораторных работ с консультациями преподавателя.

Аудиторная контрольная работа представляет собой рубежный контроль по изучаемым темам дисциплины и проходит в виде тестирования с проведением собеседований по отдельным вопросам тестовых задач.

*Примерное содержание тестов:*

1	3	<p><b>Назначение какой из конструктивных частей машины постоянного тока смешанного возбуждения указано не полностью?</b></p> <p>1). Обмотка возбуждения создает основной магнитный поток.  2). Дополнительные полюса предназначены для улучшения коммутации.  3). С помощью коллектора и щеток вращающаяся обмотка якоря соединяется с внешней сетью.  4). Ядро - часть магнитопровода, по которому замыкается основной магнитный, поток и поток добавочных полюсов.</p>	
	4	<p><b>Какое из приведенных ниже выражений для генератора постоянного тока записано правильно?</b></p> <p>1). <math>U = E_a + I_a R_a</math>  2). <math>M = k \Phi \omega</math></p>	

3).  $\Delta P_{\text{я}} = I_{\text{я}} R_{\text{я}}$  - потери в обмотке якоря.

4).  $\Delta P_{\text{в}} = I_{\text{в}}^2 R_{\text{в}}$  - потери в обмотке возбуждения.

---

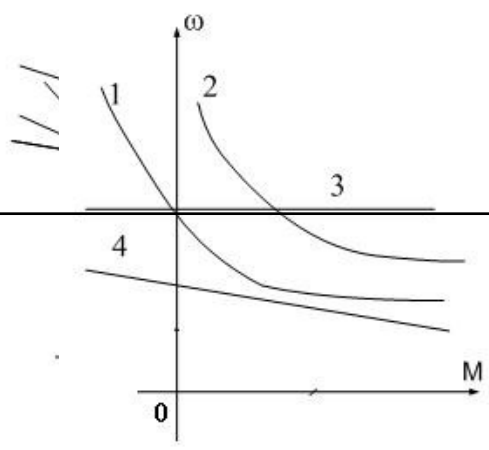
3 4 С какой целью при пуске двигателя параллельного возбуждения сопротивление реостата в цепи обмотки возбуждения устанавливают минимальным?

---





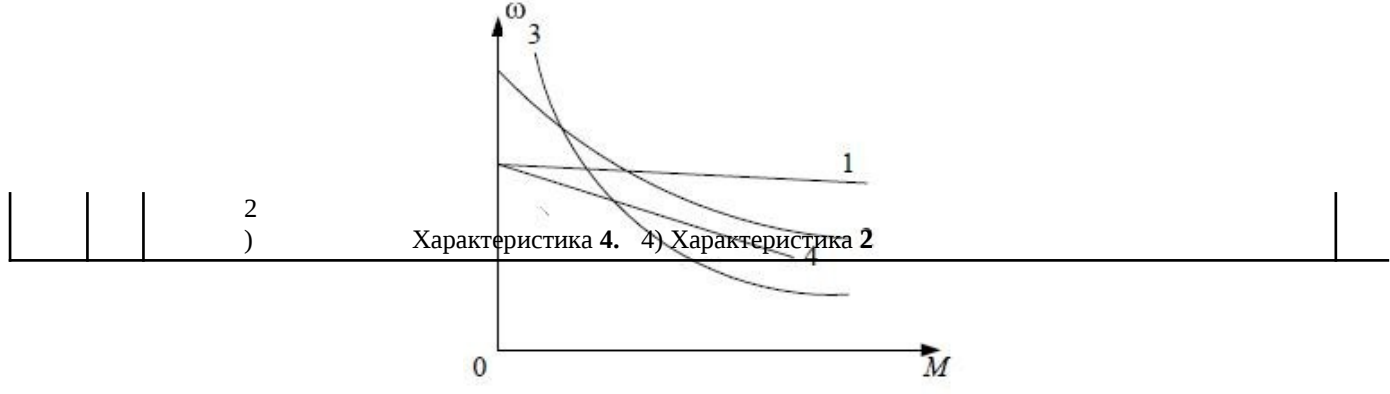
1)  $U = \kappa\Phi\omega - Eя$



		2) $U = k\Phi\omega + I_a R_a$ 3) $I_a R_a = E_a + U$ 4) $U = k\Phi\omega - I_a R_a$	
9	2	<p><b>Какую мощность (приблизительно) потребляет из сети двигатель постоянного тока, если момент на валу двигателя равен <math>M = 300/\pi</math> Нм, напряжение питающей сети 220 В, скорость вращения равна 1000 об/мин, а кпд составляет <math>\eta = 95\%</math>.</b></p> <p>1). 8,5 кВт.2). 10,5 кВт.3). 11,5 кВт.4). 15,5 кВт.</p>	
10	2	<p><b>Какое уравнение соответствует работе электрической машины в двигательном режиме?</b></p> <p>1) <math>U = k\Phi\omega - E_a</math>          2) <math>U = k\Phi\omega + I_a R_a</math>          3) <math>I_a R_a = E_a + U</math>          4) <math>U = k\Phi\omega - I_a R_a</math></p>	
11	4	<p><b>Выберите правильное определение назначения компенсационной обмотки (КО) машины постоянного тока.</b></p> <p>1) КО размещена на главных полюсах машины и служит для улучшения условий коммутации.          2) КО размещается на добавочных полюсах машины и служит для устранения реакции якоря машины.          3) КО размещается в пазах основных полюсов машины и служит для устранения реакции якоря машины.          4) КО размещена в пазах главных полюсов машины и служит для борьбы с искажением поля машины от реакции якоря и снижения напряжения между коллекторными пластинами.</p>	
12	3	<p><b>При какой схеме питания обмотки возбуждения обеспечивается максимальная перегрузочная способность двигателя постоянного тока?</b></p> <p>1) При параллельном возбуждении.          2) При независимом возбуждении.          3) При последовательном возбуждении.          4) При смешанном возбуждении.</p>	



1 6	2	<p><b>В установившемся режиме двигатель работал на искусственной механической характеристике. Покажите последовательность перехода рабочей точки на естественную характеристику при заданном моменте сопротивления <math>M_c</math></b></p> <p>1) а-б-в.      2) Нет правильного ответа. 3) в-г-б.      4) б-г-в.</p>
1 7	3	<p><b>При каком способе возбуждения получена внешняя характеристики 2 генератора постоянного тока? Укажите правильный ответ.</b></p> <p>1) При независимом возбуждении. 2) При параллельном возбуждении. 3) При смешанном возбуждении. 4) При последовательном возбуждении.</p>
1 8	2	<p><b>Укажите естественную механическую характеристику двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.</b></p> <p>1) Характеристика 3. 2) Характеристика 1.</p>

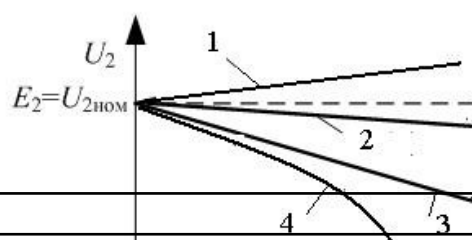


1 9	3	<p><b>Как изменить направление вращения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением</b></p> <p><i>Изменением направления тока в обмотке возбуждения и в обмотке якоря.</i></p> <p>1) Изменением полярности питающего напряжения и направления тока в обмотке якоря.  2) Изменением полярности питающего напряжения  3) Изменением полярности питающего напряжения и направления тока в обмотке возбуждения.</p>	
20	2	<p><b>Для какой цели генераторы постоянного тока с самовозбуждением (генераторы смешанного возбуждения) имеют две обмотки возбуждения: параллельную и последовательную?</b></p> <p>1). Для улучшения коммутации.  2) Для уменьшения изменения напряжения при изменении нагрузки.  3) . Для увеличения магнитного потока в режиме холостого хода.  4) . Для улучшения условий самовозбуждения генератора.</p>	
2 1	1	<p><b>Известны ЭДС первичной и вторичной обмоток трансформатора: <math>E_1=10</math> В; <math>E_2=130</math> В. Число витков первичной обмотки <math>W_1=10</math>. Определить число витков вторичной обмотки.</b></p> <p>1). 130. 2). 26. 3). 260. 4). 13</p>	
2 2	2	<p><b>Выберите правильное описание действующего значения ЭДС вторичной обмотки трансформатора</b></p> <p>1) <math>E_2=1,41 W_2 f \Phi_m</math> .  2). <math>E_2=4,44 W_2 f \Phi_m</math>.  3) <math>E_2=3,14 W_2 f \Phi_m</math>.  4) <math>E_2=1,73 W_2 f \Phi_m</math>.</p>	
23		<p><b>Как соотносятся по величине напряжение короткого замыкания <math>U_{1к}</math> и номинальное <math>U_{1н}</math> в силовых трансформаторах ?</b></p> <p>1) <math>U_{1к} \approx 0,01 U_{1н}</math> . 2) <math>U_{1к} \approx 0,2 U_{1н}</math> .  3) <math>U_{1к} \approx 0,05 U_{1н}</math> . 4) <math>U_{1к} \approx 0,5 U_{1н}</math></p>	
2 4	2	<p><b>Как влияет неравенство напряжений короткого замыкания на режим параллельной работы трансформаторов?</b></p> <p>1). Включать на параллельную работу трансформаторы с разными напряжениями короткого замыкания категорически запрещено.  2). Трансформатор с меньшим напряжением короткого замыкания будет нагружаться больше в процентном отношении к другому трансформатору.  3). Трансформатор с меньшим напряжением короткого замыкания будет нагружаться меньше в процентном отношении к другому трансформатору.  4). Не влияет.</p>	
2 5	4	<p><b>Ток нагрузки трансформатора увеличился в два раза. Как изменились потери в стали трансформатора?</b></p>	

- 1). Увеличились в два раза.
  - 2). Увеличились в четыре раза.
  - 3). Уменьшились в два раза.
-



		4). Практически не изменились.	
2 6	1	<p><b>Для чего проводится опыт короткого замыкания трансформатора?</b></p> <p>1). Для определения сопротивлений обмоток трансформатора.  2). Для определения потерь в сердечнике трансформатора.  3). Для определения потерь во вторичной обмотке.  4). Для определения коэффициента трансформации ЭДС.</p>	
2 7	2	<p><b>Как изменяется основной магнитный поток, если трансформатор включить в сеть с частотой в два раза больше номинальной, но при номинальном напряжении?</b></p> <p>1). Уменьшится в 4 раза.  2). Уменьшится в 2 раза.  3). Не изменится.  4). Увеличится в 2 раза.</p>	
2 8	3	<p><b>. Однофазный трансформатор подключён к сети 220 В; потребляемая мощность 2,2 кВт; ток вторичной обмотки 2,5 А. Найдите коэффициент трансформации «К».</b></p> <p>1). К=2.    2). К=3.    3). К=4.    4). К=0,25.</p>	
2 9	1	<p><b>. Как распределяется нагрузка между двумя параллельно работающими трансформаторами при равенстве их групп, коэффициентов трансформации и напряжений короткого замыкания и при неодинаковых номинальных мощностях.</b></p> <p>1). Нагрузка распределяется пропорционально номинальным мощностям.  2). Нагрузка делится поровну между трансформаторами.  3). Распределение нагрузки между трансформаторами зависит от загрузки трансформаторов.  4). Распределение нагрузки между трансформаторами не зависит от загрузки трансформаторов.</p>	
3 0	2	<p><b>Какая из внешних характеристик соответствует нагрузке в цепи вторичной обмотки характеристика с <math>\cos\varphi_2 = 1</math></b></p> <p>1). Характеристика 1.  2). Характеристика 2.  3). Характеристика 3.  4). Характеристика 4.</p>	
3 1	1	<p><b>Как соединены первичная и вторичная обмотки трансформатора, если трансформатор имеет 11 группу соединения обмоток (соединение звезда – Y, соединение треугольник –Δ)</b></p> <p>2) Y /  1) Y/ .                      Y.                      3) / .    4) /Y.</p>	



3 2	3	<p><b>Что произойдет с трансформатором, если его включить в сеть постоянного тока?</b></p> <p>1) Уменьшится основной магнитный поток.</p> <p>2) Уменьшится поток рассеивания. <math>I_2</math></p> <p>3) Ток возрастет до недопустимых значений.</p> <p>Ничего не изменится</p> <p>4)</p>	
3 3	4	<p><b>Как передается электрическая энергия из первичной обмотки во вторичную ?</b></p>	

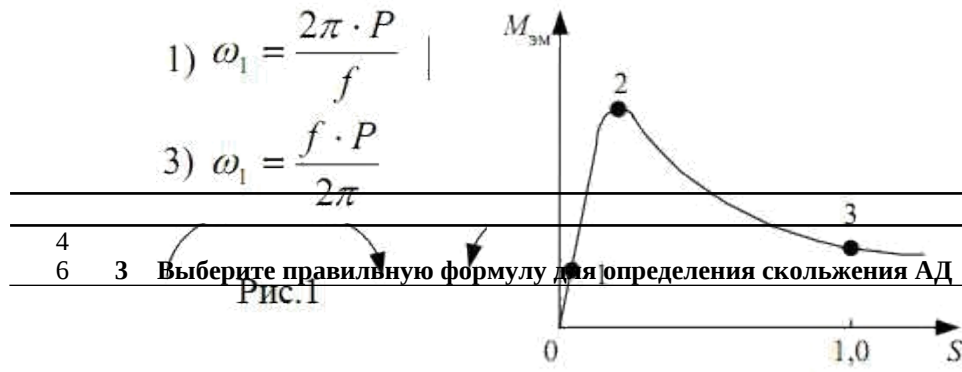
		1) Только электрическим путем. 2) Как в обычном трансформаторе. 3) Только электромагнитным путем 4) Электромагнитным и электрическим путем	
34	2	<b>Выберите формулу, описывающую закон электромагнитной индукции</b> 1) $e = W \cdot \frac{d\Phi}{dt}$ .      2) $e = -W \cdot \frac{d\Phi}{dt}$ .    3) $e = \frac{1}{W} \cdot \frac{d\Phi}{dt}$ .    4) $e = -W \frac{d\Phi}{dt}$ .	
35	3	<b>Выберите правильное уравнение баланса напряжений для цепи первичной обмотки трансформатора</b> 1) $\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 - \dot{I}_1 \cdot r_1 + \dot{I}_1 \cdot j \cdot X_1$ 2) $\dot{U}_1 = \dot{E}_1 - \dot{I}_1 \cdot r_1 - \dot{I}_1 \cdot j \cdot X_1$ 3) $\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 \cdot r_1 + \dot{I}_1 \cdot j \cdot X_1$ 4) $\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 \cdot r_1 - \dot{I}_1 \cdot j \cdot X_1$	
36	4	<b>Выберите правильное написание уравнения внешней характеристики трансформатора.</b> 1) $U'_2 = U_{1н} - I'_2 \cdot r_k \cdot \cos \varphi_2 + I'_2 \cdot X_k \cdot \sin \varphi_2$ 2) $U'_2 = U_{1н} + I'_2 \cdot r_k \cdot \cos \varphi_2 - I'_2 \cdot X_k \cdot \sin \varphi_2$ 3) $U'_2 = U_{1н} + I'_2 \cdot r_k \cdot \cos \varphi_2 + I'_2 \cdot X_k \cdot \sin \varphi_2$ 4) $U'_2 = U_{1н} - I'_2 \cdot r_k \cdot \cos \varphi_2 - I'_2 \cdot X_k \cdot \sin \varphi_2$	
37	2	<b>Выберите правильное написание уравнения баланса намагничивающих сил в трансформаторе</b> 1) $\dot{I}_0 \cdot W_1 = \dot{I}_1 \cdot W_1 - \dot{I}_2 \cdot W_2$ 2) $\dot{I}_0 \cdot W_1 = \dot{I}_1 \cdot W_1 + \dot{I}_2 \cdot W_2$ 3) $\dot{I}_1 \cdot W_1 = \dot{I}_0 \cdot W_1 + \dot{I}_2 \cdot W_2$ 4) $\dot{I}_1 \cdot W_1 = \dot{I}_0 \cdot W_1 - \dot{I}_2 \cdot W_2$	
38	1	<b>В трансформаторе, понижающем напряжение с 220 В до 6,3 В используют провод сечениями <math>S_1=1 \text{ мм}^2</math> и <math>S_2=9 \text{ мм}^2</math>. Как правильно использовать провод с сечением <math>S_1=1 \text{ мм}^2</math> ?</b> 1) Только в обмотке высшего напряжения (220 В). 2) Только в обмотке низшего напряжения (6,3 В). 3) Обе обмотки намотать проводом сечением $S_2=9 \text{ мм}^2$ . 4) Обе обмотки намотать проводом сечением $S_1=1 \text{ мм}^2$	
39	2	<b>Изменится ли магнитный поток в сердечнике трансформатора, если ток вторичной обмотки увеличился в 3 раза?</b> 1) Увеличится в 3 раза. 2) Не изменится. 3) Увеличится в 9 раз. 4) Уменьшится в 3 раза.	
40	1	<b>Однофазный двух обмоточный трансформатор испытали в режиме холостого хода и получили следующие данные: номинальное напряжение <math>U_{1н}=220 \text{ В}</math>, ток холостого хода <math>I_0=0,25 \text{ А}</math>, потери холостого хода <math>P_{хх}= 6 \text{ Вт}</math>.  <b>Определить коэффициент мощности <math>\cos \phi</math> трансформатора при холостом ходе.</b>          1) <math>\cos \phi \approx 0,05</math>. 2) <math>\cos \phi \approx 0,11</math>. 3) <math>\cos \phi \approx 0,21</math>. 4) <math>\cos \phi \approx 0,015</math>          2)       </b>	
41	3	<b>В каком режиме работают измерительные трансформаторы тока и напряжения? Укажите</b>	

		<b>правильный ответ.</b> 1. Режим работы определяется пределами измерения подключаемых приборов. 2. Трансформатор тока работает в режиме холостого хода. 3. Трансформатор напряжения работает в режиме холостого хода. 4. Трансформатор напряжения работает в режиме короткого замыкания.	
4 2	2	<b>Почему сердечник трансформатора выполняют из электротехнической стали? Укажите правильный ответ.</b>  1) Для уменьшения тока короткого замыкания 2) Для уменьшения активной составляющей тока холостого хода. 3) Для увеличения намагничивающей составляющей тока холостого хода. 4) Для улучшения коррозионной стойкости.	
4 3	3	<b>Какой рисунок соответствует работе асинхронного электродвигателя в режиме противовключения ?</b>	
4 4	4	<b>Выберите правильную формулу для определения угловой частоты магнитного поля асинхронного электродвигателя?</b>	
4 5	4	<b>Какой участок механической характеристики асинхронного электродвигателя является рабочим ?</b>	

1) 0 – 1      2) 1 – 2      3) 2 – 3      4) 0 – 2

$$1) \omega_1 = \frac{2\pi \cdot P}{f}$$

$$3) \omega_1 = \frac{f \cdot P}{2\pi}$$



4  
6

3 Выберите правильную формулу для определения скольжения АД

Рис.1

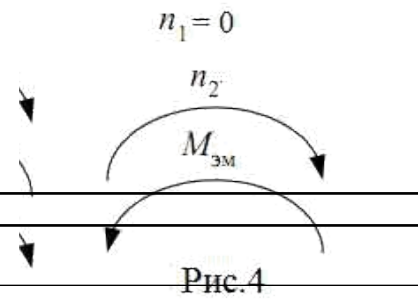
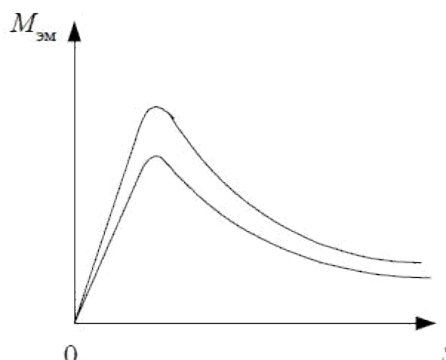
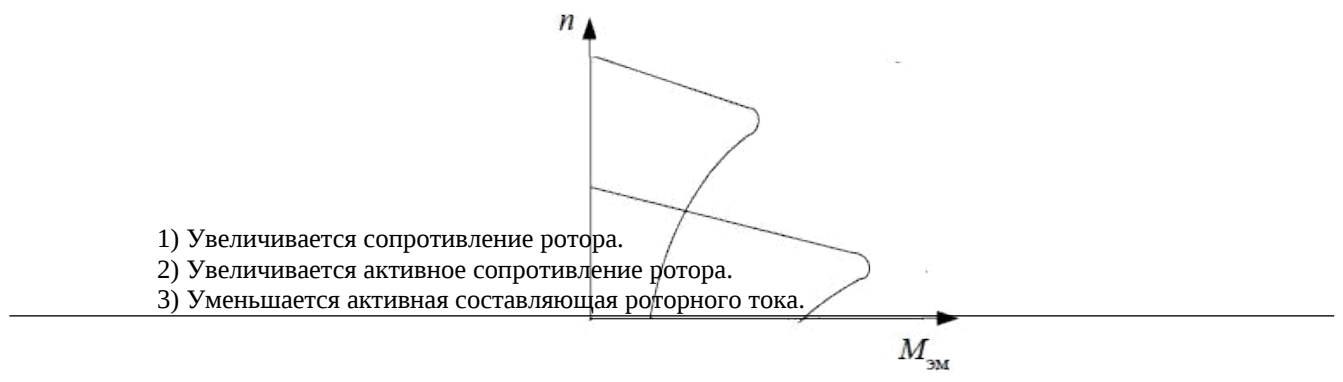


Рис.4

474	<p>1) <math>S = \frac{n_1 - n_2}{n_2}</math>    2) <math>S = \frac{n_2 - n_1}{n_1}</math>    3) <math>S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}</math>    4) <math>S = \frac{n_2 - n_1}{n_2}</math></p> <p>Во сколько раз уменьшится пусковой ток трехфазного асинхронного двигателя при соединении фаз в звезду вместо треугольника?</p>
48	<p>1) <math>\sqrt{2}</math>                      2) 2                      3) <math>\sqrt{3}</math>                      4) <math>\frac{3}{3}</math></p>
1	<p>За счет изменения какого параметра произошло изменение механической характеристики асинхронного двигателя?</p>  <p>1) Напряжения питания. 2) Активного роторного сопротивления. 3) Частоты сети. 4) Числа пар полюсов.</p>
4 9	<p>Как изменится критический момент асинхронного электродвигателя, если подведенное напряжение снизить в два раза?</p> <p>1) Критический момент снизится в два раза. 2) Критический момент не изменится. 3) Критический момент снизится в 4 раза.</p> <p>4) Критический момент снизится в <math>\frac{p}{a}</math></p>
5 0 4	<p>За счет изменения какого параметра произошло изменение механической характеристики асинхронного двигателя?</p> <p>1) Напряжения питания. 2) Активного роторного сопротивления. 3) Частоты сети. 4) Числа пар полюсов.</p>
5 1	<p>Почему номинальный момент асинхронного двигателя при введении реостата в фазный 2-ротор уменьшается при том же скольжении?</p>



- 1) Увеличивается сопротивление ротора.
- 2) Увеличивается активное сопротивление ротора.
- 3) Уменьшается активная составляющая роторного тока.

		4 ) Уменьшается роторный ток.	
5 2	3	<p><b>Что нужно сделать, чтобы изменить направление вращения трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором?</b></p> <p>1 ) Изменить схему соединения статорной обмотки.</p> <p>2 ) Изменить схему соединения роторной обмотки.</p> <p>3 ) Поменять местами два линейных провода двигателя на клеммах трехфазной сети.</p> <p>4 ) Изменить схемы соединения статорной и роторной обмоток.</p>	
5 3	2	<p><b>За счет изменения какого параметра произошло изменение механической характеристики асинхронного двигателя?</b></p> <p>1 Напряжения ) питания.</p> <p>2 ) Активного роторного сопротивления.</p> <p>3 ) Частоты сети.</p> <p>4) Числа пар полюсов.</p>	
5 4	4	<p><b>Выберите правильную формулу электромагнитной мощности асинхронной машины.</b></p>	
5 5	2	<p><b>Выберите правильную формулу мощности на валу асинхронного электродвигателя</b></p> <p>.</p>	
5 6	4	<p><b>Номинальная частота работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, питающегося от промышленной сети переменного тока, <math>n_2=950</math> об/мин. Определить число пар полюсов <math>p</math> статорной обмотки данного двигателя и величину</b></p>	



$$1) P_{эм} = m_1 \cdot I_2' \cdot \frac{X_2'}{S} \quad 2) P_{эм} = m_1 \cdot E_2' \cdot I_2' \cdot \sin \psi_2$$

$$3) P_{эм} = \frac{m_1 \cdot E_2'}{I_2'} \quad 4) P_{эм} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \frac{r_2'}{S}$$

**номинального скольжения  $S_H$ .**

$$1) p = 1, S_H = 0,68 \quad P_2 = \frac{M_2}{\omega_2}$$

$$2) p = 1, S_H = 0,05 \quad P_2 = M_2 \cdot \omega_2$$

$$3) p = 2, S_H = 0,37 \quad P_2 = M_2 \cdot n_2$$

$$4) p = 3, S_H = 0,05 \quad P_2 = \frac{M_2}{\omega_2}$$



6  
2 2

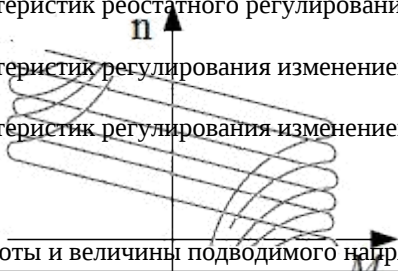


Номинальная частота работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, питающегося от промышленной сети переменного тока,  $n_2=720$  об/мин. Определить число пар полюсов  $p$  статорной обмотки данного двигателя и величину

А номинального скольжения  $S_H$ .

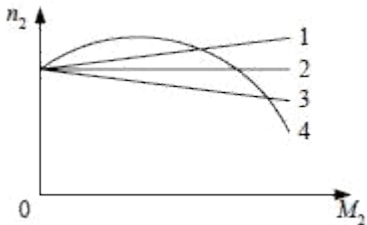
- 1)  $p = 1, S_H = 0,08.$
- 2)  $p = 4, S_H = 0,04.$
- 3)  $p = 2, S_H = 0,1.$
- 4)  $p = 3, S_H = 0,06.$

6 32	<p><b>Выберите механическую характеристику, соответствующую снижению подводимого напряжения</b></p> 
	<p>1) . 2) 2. 3) 3. 4) 4.</p>

6 4	<p><b>На рисунке приведено семейство характеристик асинхронного электродвигателя. Каким перечисленным вариантам ответов соответствуют данные характеристики</b></p> 
	<p>1) Семейство характеристик реостатного регулирования скорости.  2) Семейство характеристик регулирования изменением напряжения.  3) Семейство характеристик регулирования изменением числа пар полюсов статорной обмотки.  4) Изменением частоты и величины подводимого напряжения</p>

6 5	<p><b>При реализации какого вида торможения отсутствует преобразование кинетической энергии вращающихся масс в электрическую ?</b></p>
	<p>1) Режим динамического торможения.  2) Режим рекуперативного торможения.  3) Режим противовключения.  4) Режим частотного торможения</p>

6 6	<p><b>Какой ток компенсирует синхронный компенсатор?</b></p> <p>1) Индуктивный. 2) Емкостной. 3) Активный. 4) Активно-индуктивный.</p>
--------	--

6 7	<p><b>Какая механическая характеристика свойственна синхронному двигателю?</b></p> 
--------	---

- 1) Характеристика 1. 2) Характеристика 2.
  - 3) Характеристика 4. 4) Характеристик 4.
-

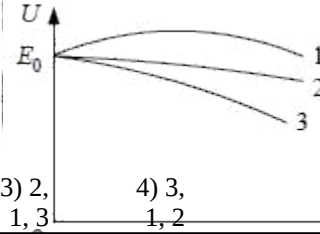


$$1) P_{\text{эм}} = \frac{m_1 \cdot U}{E_0} \cdot X_d \cdot \sin \theta - \frac{m_1 \cdot U^2}{2} \cdot \left( \frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \cdot \sin 2\theta - \frac{U \cdot E_0}{c} \cdot \sin \theta$$

$$2) P_{\text{эм}} = \frac{m_1 \cdot E_0}{U} \cdot X_d \cdot \sin \theta - \frac{m_1 \cdot U^2}{2} \cdot \left( \frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \cdot \sin 2\theta - \frac{U \cdot E_0}{c} \cdot \sin \theta$$

$$3) P_{\text{эм}} = \frac{m_1 \cdot U \cdot E_0}{X_d} \cdot \sin \theta + \frac{m_1 \cdot U^2}{2} \cdot \left( \frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \cdot \sin 2\theta$$

$$4) P_{\text{эм}} = \frac{m_1 \cdot U \cdot E_0}{X_q} \cdot \sin \theta + \frac{m_1 \cdot U^2}{2} \cdot \left( \frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \cdot \sin 2\theta$$



1) 1, 2) 2, 3) 2, 4) 3,  
3,2 3,1 1,3 1,2

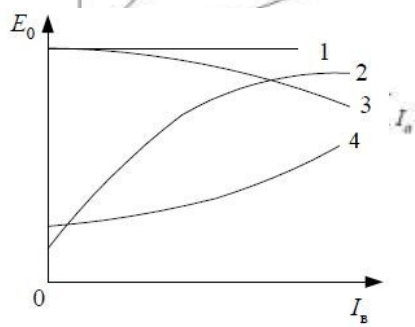
7  
4 Синхронный двигатель с числом пар полюсов  $p = 1$  работает в синхронном режиме

4 от промышленной сети переменного тока. Определить частоту вращения ротора данного двигателя  $n_2$ , если нагрузка на валу уменьшилась в 2 раза. Двигатель считать идеальным.

- 1)  $n_2 = 2900$  об/мин. 2)  $n_2 = 6000$  об/мин.  
3)  $n_2 = 1500$  об/мин. 4)  $n_2 = 3000$  об/мин.

76	f	2	<p><b>Синхронный двигатель работает в синхронном режиме от промышленной сети переменного тока. Определить число пар полюсов данного двигателя, если частота вращения ротора данного двигателя <math>n_2 = 750</math> об/мин.</b></p> <p>1) <math>p = 3</math> 2) <math>p = 4</math> 3) <math>p = 6</math> 4) <math>p = 2</math></p>
7	7	3	<p><b>Выберите внешнюю характеристику синхронного генератора и оси координат.</b></p> <p>1) <math>U, I_B</math> 2) <math>U, I_a</math> 3) <math>I_B, I_a</math> 4) <math>U, E_0, I_a</math></p>
8	7	1	<p><b>Регулирование реактивной мощности синхронного генератора, работающего параллельно сети осуществляется:</b></p> <p>1) Изменением тока возбуждения генератора.</p> <p>2) Изменением момента приводного двигателя.</p> <p>3) Изменением напряжения.</p> <p>4) Изменением частоты вращения.</p>
9	7	3	<p><b>Электромагнитный момент синхронного двигателя создается:</b></p> <p>1) Индуктивной составляющей тока якоря.</p> <p>2) Полным током.</p> <p>3) Активной составляющей тока.</p> <p>4) Емкостной составляющей тока.</p>
0	8	2	<p><b>Какая характеристика соответствует кривой холостого хода синхронного генератора?</b></p>





- 1  
 ) Характеристика 1. 2) Характеристика 2.  
 2 Характерис  
 ) тика 3. 4) Характеристика 4

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства компетенции
ОПК-2	способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	
Знать	<p>Основные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений, теорию функций комплексных переменных, векторный анализ.</p>	
Уметь	<p>Уметь разрабатывать математическое описание процессов электромеханического преобразования энергии, строить векторные диаграммы на комплексной плоскости, характеристики и проводить их анализ. Выделять наиболее значимые параметры, принимать</p>	<p>1 · Для схемы замещения двигателя постоянного тока записать уравнение электрического состояния якорной цепи и цепи возбуждения</p> <p>2 · Для цепей первичной и вторичной обмоток трансформатора записать уравнения электрического состояния с использованием символического метода расчета цепей синусоидального тока (методом комплексных амплитуд).</p> <p>3 · Для статорной и роторной цепей асинхронного двигателя записать уравнения электромагнитного состояния в комплексной форме.</p>

	мые обоснованные допущения.	
Владе ть	Методами расчета систем алгебраических и дифференциальных уравнений, оценки результатов экспериментальных исследований	Записать уравнение электромагнитного состояния фазной обмотки трансформатора, двигателя переменного тока (АД,СД) в дифференциальной форме и перейти к представлению уравнения в операторной форме
ПК-5. Готовностью определять параметры объектов профессиональной деятельности		
Знать	Устройство, принцип действия и	Тестовые материалы ( см. п.б.Учебно – методическое обеспечение самостоятельной работы

Структурный

элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																
	<p>основные характеристики электрических машин. Методы и схемы для определения различных параметров электрических машин.</p> <p>Влияние изменения различных параметров на характеристики электрических машин</p>	<p>студентов)</p> <p>Тестовые материалы ( см. п.6.Учебно – методическое обеспечение самостоятельной работы студентов)</p> <p>Курсовой проект»Расчет характеристик трансформаторов и электрических двигателей» Проводятся расчеты характеристик трансформаторов и двигателей по паспортным данным. Обучающиеся демонстрируют методики проведения расчетов и оценки влияния различных параметров на эксплуатационные характеристики двигателей и трансформаторов.</p> <p>Пример №1: <u>Расчет характеристик двигателя постоянного тока</u></p> <p>Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет следующие данные.</p> <table border="1" data-bbox="779 831 2141 1050"> <tr> <td data-bbox="779 831 949 932">Н омер варианта</td> <td data-bbox="949 831 1120 932"><math>P_n</math> ом</td> <td data-bbox="1120 831 1290 932"><math>U_{ном}</math></td> <td data-bbox="1290 831 1460 932"><math>I_{ном}</math></td> <td data-bbox="1460 831 1630 932"><math>n_{ном}</math></td> <td data-bbox="1630 831 1800 932"><math>R_{яц}</math></td> <td data-bbox="1800 831 1971 932"><math>R_{об}</math></td> <td data-bbox="1971 831 2141 932"></td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="949 932 1120 1050">кВ т</td> <td data-bbox="1120 932 1290 1050">В</td> <td data-bbox="1290 932 1460 1050">А</td> <td data-bbox="1460 932 1630 1050">Об/ мин</td> <td data-bbox="1630 932 1800 1050">О м</td> <td data-bbox="1800 932 1971 1050">О м</td> <td data-bbox="1971 932 2141 1050">%</td> </tr> </table> <p>Где <math>P_{ном}</math> - номинальная мощность двигателя;</p> <p><math>U_{ном}</math> - номинальное напряжение;</p> <p><math>I_{ном}</math> - номинальный ток, потребляемый из сети;</p> <p><math>n_{ном}</math> - номинальная частота вращения;</p> <p><math>R_{яц}</math> - сопротивление обмоток якоря и дополнительных полюсов при 20°C;</p>	Н омер варианта	$P_n$ ом	$U_{ном}$	$I_{ном}$	$n_{ном}$	$R_{яц}$	$R_{об}$			кВ т	В	А	Об/ мин	О м	О м	%
Н омер варианта	$P_n$ ом	$U_{ном}$	$I_{ном}$	$n_{ном}$	$R_{яц}$	$R_{об}$												
	кВ т	В	А	Об/ мин	О м	О м	%											

яц

- сопротивление обмотки возбуждения при  
20°C.

ов

По данным своего варианта, взятым из табл.1 приложения, необходимо выполнить следующее.

1. Начертить электрическую схему включения двигателя параллельного возбуждения и указать на ней ток якоря и ток возбуждения.
  2. Определить номинальный ток возбуждения и номинальный ток якоря.
  3. Определить номинальный момент на валу двигателя.
-

Структурный

элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства компетенции
4.	Рассчитать и построить на одном графике	$f(M)$ естественную и три искусственные механические характеристики;
4.1.	При сопротивлении регулировочного реостата в цепи якоря	$R_g = 5R_a, U = U_{ном}, \Phi = \Phi_{ном}$ .
4.2.	При пониженном напряжении на якоре	$U = 0,6U_{ном}, R_g = 0, \Phi = \Phi_{ном}$
4.3.	При ослабленном магнитном потоке	$\Phi = 0,8\Phi_{ном}, U = U_{ном}, R_g = 0$
5.	Определить процентное изменение скорости вращения	для каждой характеристики и диапазон регулирования при
$M = M_{ном}$	6. Рассчитать	сопротивление пуска реостата при пуске
двигателя с		$I = 2I$ $Я$ $П$ $У$ $С$ $К$

я н о м .

7. Определить ток якоря, который был бы при непосредственном включении двигателя в сеть, его кратность по отношению к номинальному значению и сделать выводы для возможности практического применения данного способа пуска.
8. Определить величину сопротивления динамического торможения  $R_{gm}$  при тормозном токе якоря  $I_{яgm} = 1,5I_{ном}$ . Тормозному режиму предшествует режим двигателя с номинальной нагрузкой и номинальной частотой вращения.
9. Определить полные потери мощности в двигателе при работе в номинальном режиме.
10. Исследовать, как изменяется КПД двигателя, работающего при номинальной нагрузке, на реостатной характеристике, при пониженном на 40% напряжении, ослабленном на 20% магнитном потоке в сравнении с номинальным значением КПД, указанным в паспорте двигателя

*Пример №2.: Расчет характеристик трансформатора*  
Трехфазный трансформатор имеет следующие данные.

---

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства									
		Номер варианта	Тип трансформатора	$S_{ном}$ кВА	$U_{1ном}$ кВ	$U_{2ном}$ кВ	$P_0$ Вт	$P_k$ Вт	$U_k$ кВ	$I_k$ %	Схема соединения и группа
<p> <math>S_{ном}</math> - номинальная мощность трансформатора;  <math>U_{1ном}</math> - номинальное линейное напряжение первичной обмотки;  <math>U_{2ном}</math> - номинальное линейное напряжение вторичной обмотки;  <math>P_0</math> - мощность потерь холостого хода;  <math>P_k</math> - мощность потерь короткого замыкания;  <math>U_k</math> - напряжение короткого замыкания в процентах относительно фазного напряжения первичной обмотки;  <math>I_k</math> - ток холостого хода в процентах от номинального фазного тока первичной обмотки.         </p> <p>По данным своего варианта, взятым из табл. 1 приложения, необходимо выполнить следующее</p>											



1. Начертить электрическую схему соединения обмоток трансформатора, указать на ней линейные и фазные напряжения и токи, привести соотношения между ними.

2. Определить:

2.1. Номинальные фазные напряжения первичной и вторичной обмоток.

Кoeffициент  
2.2. трансформации.

2.3. е Номинальные линейные фазные напряжения первичной и вторичной обмоток,

Изменение напряжения

2.4.  $U_2$  а зажимах вторичной обмотки трансформатора при нагрузках, равных:

---

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства								
<p>3. Объясните, возможно ли присоединение к зажимам вторичной обмотки заданного Вам трансформатора несимметричной нагрузки?</p> <p>4. Объясните смысл понятия «Группа соединения обмоток» и его условное обозначение в Вашем варианте.</p> <p><i>Исследовательская часть</i></p> <p>5. Выяснить влияние изменения числа витков первичной обмотки понижающего трансформатора при неизменном первичном напряжении <math>U_1</math> на коэффициент трансформации <math>n</math> и напряжение <math>U_2</math> на зажимах Вторичной обмотки.</p>	<p><math>U_2</math>    <math>U_2</math></p>	<p><math>\beta = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0</math> и <math>\cos \varphi = 0,8</math>. Построить внешнюю характеристику трансформатора.</p> <p>2.5. Коэффициент полезного действия <math>\eta</math> трансформатора при активно-индуктивной нагрузке с <math>\cos \varphi = 0,8</math> и при нагрузках, равных: <math>\beta = 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0</math>, Построить характеристику <math>f(\beta)</math></p> <p>2.6. Нагрузку, при которой КПД трансформатора имеет наибольшее значение, и это значение КПД.</p> <p>Полученные значения КПД, изменения напряжения <math>U_2</math> и напряжения на зажимах вторичной обмотки трансформатора следует свести в таблицу.</p> <table border="1" data-bbox="913 855 1919 1051"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">кВ</td> <td style="text-align: center;">В</td> </tr> </table>						%	кВ	В
	%	кВ	В							

*Структурный*

элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства компетенции																
7.	<p>6. Исследовать влияние характера нагрузки потребителей на изменение вторичного напряжения трансформатора при <math>\cos \varphi = 0,6</math> (активно-индуктивная нагрузка).</p> <p>По полученным результатам построить внешние характеристики на одном графике с характеристикой, соответствующей <math>\cos \varphi = 0,8</math>.</p> <p>Выяснить, как изменятся вторичное напряжение <math>U_2</math> и ток холостого хода <math>I_0</math>, если первичную обмотку трансформатора вместо «треугольника» соединить «звездой» (или вместо «звезды» в «треугольник»)?</p> <p><i>Пример №3.: Тема. Расчет и исследование характеристик асинхронного двигателя.</i></p> <p>Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, паспортными данными, приведенными в табл.3, подключается к трехфазной сети переменного тока с линейным напряжением 220 В для нечетных вариантов и 380 В для четных вариантов, частотой 50 Гц.</p>	<table border="1" data-bbox="840 614 2072 933"> <thead> <tr> <th>Номер варианта</th> <th><math>U_{\text{ном}}</math>, В</th> <th><math>P_{\text{ном}}</math>, Вт</th> <th><math>n_{\text{ном}}</math>, об/мин</th> <th><math>\cos \varphi_{\text{ном}}</math></th> <th><math>I_{\text{п}} / I_{\text{ном}}</math></th> <th><math>M_{\text{п}} / M_{\text{ном}}</math></th> <th><math>M_{\text{м}} / M_{\text{ном}}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>где <math>U_{\text{ном}}</math> - номинальное напряжение;  <math>P_{\text{ном}}</math> - номинальная мощность на валу двигателя;  <math>n_{\text{ном}}</math> - номинальная частота вращения;</p>	Номер варианта	$U_{\text{ном}}$ , В	$P_{\text{ном}}$ , Вт	$n_{\text{ном}}$ , об/мин	$\cos \varphi_{\text{ном}}$	$I_{\text{п}} / I_{\text{ном}}$	$M_{\text{п}} / M_{\text{ном}}$	$M_{\text{м}} / M_{\text{ном}}$								
Номер варианта	$U_{\text{ном}}$ , В	$P_{\text{ном}}$ , Вт	$n_{\text{ном}}$ , об/мин	$\cos \varphi_{\text{ном}}$	$I_{\text{п}} / I_{\text{ном}}$	$M_{\text{п}} / M_{\text{ном}}$	$M_{\text{м}} / M_{\text{ном}}$											

Структурный

элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства компетенции
<p><math>\cos_{ном}</math> - номинальный коэффициент полезного действия (КПД);</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Начертить электрическую схему включения обмотки статора асинхронного двигателя соответственно линейному напряжению Вашего варианта.</li> <li>2. Определить:               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Активную, реактивную и полную мощности, потребляемые двигателем из сети при номинальном режиме.</li> <li>2.2. Номинальный и пусковой токи; номинальный, пусковой и максимальный моменты двигателя.</li> <li>2.3. Частоту вращения магнитного поля статора, номинальное и критическое скольжение.</li> <li>2.4. Полные потери мощности в двигателе при номинальном режиме работы.</li> </ol> </li> <li>3. Рассчитать и, построить зависимость частоты вращения ротора двигателя от величины механического момента, приложенного к его валу.</li> <li>4. Исследовать зависимость частоты ЭДС и тока, электрических потерь в роторе от скольжения.</li> <li>5. Сделать выводы по результатам выполненной работы.</li> </ol>		<p><math>I_{п}</math> - кратность пускового тока;</p> <p><math>M_{п} / M_{ном}</math> - кратность пускового момента;</p> <p><math>M_{м} / M_{ном}</math> - кратность максимального момента.</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	Математическим описанием различных режимов работы электрических машин. Испытательной аппаратурой, ведением журнала испытаний. Корректировать и обсуждать результаты исследований	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для схемы замещения двигателя постоянного тока записать уравнение электрического состояния якорной цепи и цепи возбуждения</li> <li>2. Для цепей первичной и вторичной обмоток трансформатора записать уравнения электрического состояния с использованием символического метода расчета цепей синусоидального тока (методом комплексных амплитуд).</li> <li>3. Для статорной и роторной цепей асинхронного двигателя записать уравнения электромагнитного состояния в комплексной форме.</li> <li>4. Записать уравнение механической характеристики двигателя постоянного тока для двигательного режима, режима динамического и рекуперативного торможения, для расчета пускового тока и пускового момента</li> <li>5. Записать выражения для токов статорной и роторной цепей, выражение для электромагнитного момента</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-11. Способностью к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности</b>		
Знать	Монтажные схемы необходимого электрооборудования. Характеристики всех элементов монтируемого оборудования. Варианты возможной взаимозаменяемости различных элементов оборудования.	В отчетах по выполненным лабораторным работам приводятся характеристики всех элементов монтируемого оборудования. Знание физического смысла параметров элементов монтируемого оборудования и характеристик. Знание вариантов возможной взаимозаменяемости резисторов, индуктивных элементов и электрических машин. Знание пределов измерения приборов и способов расширения их. Знание последовательности включения коммутационной аппаратуры при запуске электрических машин.
Уметь	Читать монтажные схемы необходимого электрооборудования Подбирать необходимые технические средства и приборы для выполнения	Из набора элементов универсального лабораторного стенда подготовить и собрать принципиальные схемы для выполнения цикла лабораторных работ для снятия характеристик электрических машин в различных режимах работы. Привести технические характеристики элементов и оборудования универсального

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	монтажных работ Анализировать технические характеристики отдельных элементов оборудования для их использования.	стенда. Проанализировать взаимное соответствие параметров мощности и частоты вращения двигателей, имеющих общий вал.
Владеть	Способами монтажа элементов оборудования объектов. Техниккой наладки отдельных модулей. Оценкой результатов монтажа и степени готовности к работе	При выполнении лабораторных работ бригада студентов производит клеммный монтаж схемы для проведения исследований и показывают умение наладки отдельных модулей. Результаты монтажа и наладки проверяются преподавателем и на данном этапе дается соответствующая оценка.
ПК-12. Готовностью к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования		
Знать	Программу испытаний вводимого в эксплуатацию электрооборудования. Подготовку опытных образцов к испытаниям. Подбор необходимой аппаратуры для проведения испытаний	Программа испытаний является обязательной частью отчета по выполненной лабораторной работе. Перед выполнением лабораторной работы осуществляется проверка готовности к проведению исследований. Оценивается наличие цели выполнения работы и программы испытаний и правильность составленных схем, выбранной аппаратуры и таблиц.
Уметь	Настраивать аппаратуру для испытаний. Определять режимы работы при испытаниях. Устранять обнаруженные неисправности.	Приведение выбранную аппаратуру в рабочее состояние, установление требуемых режимов работы при проведении испытаний.
Владеть	Используемой аппаратурой, ведением журнала испытаний. Оценивать режимы работы оборудования. Корректным обсуждением полученных результатов.	При проведении испытаний на универсальном лабораторном стенде демонстрируется степень владения измерительной аппаратурой, контролируются результаты проведенных испытаний по каждой лабораторной работе, а также выводы в виде обсуждения полученных результатов
ПК-13. Способностью участвовать в пусконаладочных работах		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	Порядок проведения пусконаладочных работ. Методы и технические средства пусконаладочных работ. Правила техники безопасности при проведении пусконаладочных работ	Порядок проведения пусконаладочных работ является обязательной частью отчета по выполненной лабораторной работе. Перед выполнением лабораторной работы осуществляется проверка готовности технических средств к проведению пусконаладочных работ. Опрос обучающихся после проведения инструктажа по технике безопасности.
Уметь	Использовать технические средства для проведения пусконаладочных работ. Настраивать аппаратуру для проведения пусконаладочных работ. Применять методы и технические средства диагностики электротехнического оборудования	Демонстрация процедур включения, настройки для проведения пусконаладочных работ и выключения технических средств универсального лабораторного стенда.
Владеть	Используемой аппаратурой, ведением журнала выполнения пусконаладочных работ. Техническими средствами для измерения и контроля основных параметров электрооборудования. Способностью составлять и оформлять техническую документацию	При проведении испытаний на универсальном лабораторном стенде демонстрируется степень владения измерительной аппаратурой, контролируются соответствие полученных результатов реальным пределам изменения и их занесение журналы-отчеты по проведенным испытаниям. Демонстрация процедур включения, настройки для проведения пусконаладочных работ и выключения технических средств универсального лабораторного стенда. Техническая документация в виде журналов –отчетов по каждой выполненной работе проверяется преподавателем и оценивается соответствующими баллами.
ПК-17: Готовностью к организации и проведению разработки частей организационно-технической документации и установленной отчетности по утвержденным формам		
Знать	Перечень необходимой технической документации. Порядок оформления технической документации. Требования стандартов на оформление технической документации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое формуляр электрической машины,</li> <li>2. Порядок ведения формуляра эл. машины</li> <li>3. Указываются ли в формулярах даты проведения ремонтных работ и их виды</li> <li>4. Какие каталожные данные приводятся в формулярах электрических машин</li> <li>5. В каких источниках информации приводится порядок оформления технической документации.</li> <li>6. Что такое организационно-распорядительные документы;</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		7. Что такое технические условия и кем они устанавливаются
Уметь	Составлять техническую документацию на электрооборудование объекта. Корректировать техническую документацию объекта. Организовывать работу исполнителей при составлении технической документации	Выбрать из электронной базы «Порядок оформления технической и технологической документации»: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правила оформления документов при ремонте изделий;</li> <li>2. Основные требования к проектной и рабочей документации</li> <li>3. Правила выполнения рабочей документации силового электрооборудования .</li> </ol> Составить образец формуляра для электродвигателя, трансформатора
Владеть	Способностью разрабатывать технологию замены отдельных узлов и агрегатов. Умением пользоваться и представлять техническую документацию в электронной форме. Анализом подготовленной технической документации.	

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электрические машины» проводится в форме зачета (4 семестр), экзамена (5 семестр), защиты курсовой работы.

Промежуточная аттестация в форме зачета и включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень знаний обучающихся и практические задания, позволяющие оценить уровень умений и владений компетенциями.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

– на оценку **«зачтено»** – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«незачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8. Учебно-методические материалы по дисциплине  
**«Электрические машины»**

а) Основная литература

1. Анисимова, М.С. Электрические машины. Машины постоянного тока : учебное пособие / М.С. Анисимова. — Москва : МИСИС, 2017. — 27 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108080> (дата обращения: 22.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей. <https://e.lanbook.com/book/108080?category=937>

б) Дополнительная литература

1. Епифанов, А.П. Электрические машины : учебник / А.П. Епифанов, Г.А. Епифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-2637-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/95139> (дата обращения: 22.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей. <https://e.lanbook.com/book/95139?category=2577>

2. Шевырѐв, Ю.В. Электрические машины : учебник / Ю.В. Шевырѐв. — Москва : МИСИС, 2017. — 261 с. — ISBN 978-5-906846-50-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108117> (дата обращения: 09.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания

1. Лабораторные работы по электрическим машинам : методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электрические машины» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / сост. : В. Г. Рыжков ; МГТУ ; Белорецкий филиал. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3100.pdf&show=dcatalogues/1/1135503/3100.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
MS Office 2007	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

1. **Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).**-URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).
2. **Поисковая система Академия Google.** - URL:<https://scholar.google.ru/>.
3. **Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам.** – URL:<https://window.edu.ru/>.
4. **Сайт Открытое образование: openedu.ru**

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ	Лаборатория Электротехники с комплектом универсальных стендов
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ	Лаборатория Электропривода и автоматики с комплектом универсальных стендов
Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации

